



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 32 470.0

**Anmeldetag:** 17. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** Bernhard Schäfer Werkzeug- und  
Sondermaschinenbau GmbH,  
Bad Schönborn/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Qualitäts-  
sicherung von Crimpverbindungen

**IPC:** H 01 R 43/048

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 24. Juli 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Ebert

17.07.2002

Da/km

- 5 Anmelderin: Schäfer Werkzeug- und Sondermaschinenbau GmbH,  
76666 Bad Schönborn

10

## Verfahren und Vorrichtung zur Qualitätssicherung von Crimpverbindungen

### Beschreibung

#### Technisches Gebiet

- 15 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Qualitätssicherung von Crimpverbindungen an Crimpvorrichtungen.

#### Stand der Technik

20

- Bei der serienmäßigen Herstellung von Crimpverbindungen kommt der Qualitätssicherung eine hohe Bedeutung zu. Die elektrische Leitung muss vom elektrischen Anschluss dicht umfasst werden um eine gute Stromübertragung sicherzustellen und auch um Hohlräume zu verhindern, die zu Korrosierungen führen können. Die Schließhöhe des Werkzeuges in Relation zur Dicke der elektrischen Leitung ist hierbei besonders wichtig. Ist die Schließhöhe zu hoch, so kann die Verbindung eine zu niedrige Zugfestigkeit haben. Ist die Schließhöhe zu niedrig, so kann es zu einem Abbrechen der Litzen kommen und auch in diesem Fall zu einer zu geringen Zugfestigkeit. Die Einstellung der richtigen Crimphöhe ist deshalb ein wichtiges Thema bei Crimpvorrichtungen.
- 25
- 30

In der DE 43 37 796 A1 ist ein Verfahren zum Überwachen der Qualität von Crimpverbindungen angegeben, bei dem die zeitlichen Kraftverläufe einer Mehrzahl von Referenzmessungen als Messkurven erfasst werden und eine  
5 gemittelte Messkurve gebildet wird, an welche eine obere und eine untere beabstandete Kurve angelegt werden, so dass daraus ein Toleranzband entsteht. Bei einem zu überwachenden Crimpvorgang wird geprüft, ob die aus diesem Crimpvorgang ermittelte Messkurve völlig innerhalb der Fläche des Toleranzbandes liegt. Fehlerhafte Crimpvorgänge können hierdurch ermittelt  
10 werden.

In der DE 198 43 156 A1 wird ein Verfahren behandelt bei dem Messdaten, die aus einer bei dem Crimpvorgang gemessenen Kraft-Weg-Kennlinie erhalten werden, mit gespeicherten Soll-Daten verglichen werden. Bei einer Abweichung  
15 der Kraft-Weg-Kennlinie von der Soll-Linie erfolgt eine Fehleranzeige. Bei diesem Verfahren wird für jedes Werkzeug während des Crimpens die Kraft-Weg-Kennlinie der Werkzeuteile aufgenommen und als Soll-Kennlinie der Crimpvorrichtung gespeichert. Bei einem erneuten Einsatz dieses Werkzeuges wird ein erster Crimpvorgang ausgeführt und dabei kann sofort festgestellt  
20 werden, ob dieser Crimpvorgang mit den Soll-Daten übereinstimmt oder nicht. Hierzu wird die Kraft-Weg-Kurve herangezogen.

Aus der DE 691 24 421 T2 ist letztlich ein Verfahren oder eine Vorrichtung für die Einstellung der Crimphöhe bekannt geworden, bei dem in Abhängigkeit von  
25 der Crimpkraft ein automatisches Einstellen der Crimphöhe erfolgt. Die während eines Crimpvorganges auftretende Crimpkraft wird mit optimalen Werten verglichen und bei Abweichungen davon, erfolgt eine Crimphöhen-Feineinstellung.

Alle genannten Verfahren beziehen sich auf einzelne Crimpvorgänge und deren Qualitätssicherung. Bei einem fehlerhaften Crimpvorgang wird das betroffene Teil als fehlerhaft angezeigt und ausgeschieden. Unberücksichtigt bleiben Langzeitvorgänge, bei welchen insgesamt eine Verschlechterung der Qualität eintreten kann ohne dass dies bei einzelnen Crimpvorgängen erkannt wird. Dieses ist beispielsweise der Fall, wenn die Crimpvorrichtung nach einem Stillstand wieder in Betrieb genommen wird.

10

### Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Qualitätssicherung von Crimpverbindungen zu schaffen, mit dem auch Langzeitvorgänge sicher erfasst werden können.

15

Die Lösung der gestellten Aufgabe erfolgt mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 4. Die Unteransprüche stellen vorteilhafte Ausbildungen des Erfindungsgedankens dar.

20 Ausgehend von einem ermittelten Soll-Maß der Crimpkraft und/oder Crimphöhe für ein bestimmtes Werkzeug, wird während der Crimpvorgänge der Ist-Wert der Crimpkraft und/oder Crimphöhe ständig innerhalb von vorgegebenen oberen und/oder unteren Toleranzmassen der Crimpkraft und/oder Crimphöhe gemessen und nach Erreichen eines Korrekturmesswertes durch mehrere  
25 gemessene Ist-Werte, eine korrigierte Neueinstellung der Crimphöhe durchgeführt. Bei der Inbetriebnahme einer Crimpvorrichtung ist bei Beginn der Produktionsaufnahme die Maschinentemperatur annähernd konstant. Mit der Zeit erwärmt sich jedoch die Vorrichtung und es erfolgt eine Ausdehnung des Maschinenkörpers, was eine Vergrößerung der Crimphöhe und gleichzeitig eine  
30 Verringerung der Crimpkraft zur Folge hat. Dieses führt mit der Zeit dazu, dass

eine Abweichung vom Soll-Wert der Crimphöhe eintritt. Sobald diese Abweichung ein errechnetes Korrekturmaß erreicht, welches noch deutlich innerhalb des oberen Toleranzmaße der Crimphöhe beziehungsweise unteren Toleranzgrenze der Crimpkraft liegt, erfolgt eine korrigierte Neueinstellung der Crimphöhe. Dieses wird durch entsprechende Einrichtungen an der Crimpvorrichtung durchgeführt.

Als Korrekturmesswert wird ein Korrekturmaß vorgegeben, welches bevorzugt etwa der Hälfte eines Toleranzmaßes beträgt. Dieser Korrekturmesswert ist gleichzeitig der Mittelwert der gemessenen Ist-Werte der einzelnen Crimpvorgänge.

Während der Erwärmungsphase der Crimpvorrichtung finden in der Regel mehrere korrigierte Neueinstellungen der Crimphöhe statt. Dieses wird solange durchgeführt bis die Crimpvorrichtung ihre Temperaturstabilität erreicht hat und der Soll-Wert der Crimphöhe in einem vorgegebenen minimalen Bereich eingehalten wird.

Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist mit einem über einen Antriebspleuel hin- und herversetzten beweglichen Gesenkteil und einem feststehenden Gesenkteil mit einer Einrichtung zur Presshöhereinstellung versehen. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass der Antriebspleuel mit einem daran in seiner Längsrichtung verschiebbaren Gesenkteil und mit einem die Verschiebung bewirkenden Verstellantrieb zur Feineinstellung der Presshöhe versehen ist, wobei der Verstellantrieb über eine vergleichende Soll-Ist-Regelung gesteuert wird.

Der Ist-Wert der Regelung wird über einen am Verstellantrieb angebrachten Ist-Wertermittler abgegriffen. Der Soll-Wert kann an der Bedieneinheit der Vorrichtung eingestellt werden oder aber auch von einer errechneten

Referenzgröße von der Crimpkraftmessung vorgegeben werden. Der Soll-Wert der Regelung wird dann über den Kraftverlauf während des Crimpprozesses ermittelt.

- 5 Für die Soll-Ist-Regelung ist ein Komperator vorgesehen, in dem der Soll-Wert aus Bedieneinheit oder dem Crimpkraftverlauf während des Crimpprozesses gespeichert wird.

- 10 In günstiger Weise besteht der Verstellantrieb aus einem Schrittmotor und einem Getriebe. Das Verstellglied selbst ist ein senkrecht zur Bewegungsrichtung des Antriebspleuels in eine darin befindliche Bohrung eingesetzter Exzenterbolzen. Die Drehachse des Exzenterbolzens ist mit dem Ist-Wertermittler verbunden, welcher den Positionswert des Exzenterbolzens an den Komperator übermittelt. Die Verstellgenauigkeit des Exzenterbolzens
- 15 beträgt 0,002 mm.

- Der Ist-Wert des Crimpkraftverlaufs wird während des gesamten Crimpprozesses gemessen und mit dem in dem Komperator vorgegebenen Soll-Wert des Crimpkraftverlaufs verglichen. Bei Abweichungen zwischen dem
- 20 Ist- und dem Soll-Wert erfolgt eine Korrektur des Crimpkraftverlaufs zum Soll-Wert, indem die Presshöhe verändert wird.

#### Kurzbeschreibung der Zeichnung

25

Anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels wird die Erfindung nachstehend näher erläutert.

Es zeigt:

Figur 1 schematisch den Produktionsablauf mit einer Regelung durch die Presshöhen-Feineinstellung und

Figur 2 die Vorrichtung mit einer Einrichtung zur Feineinstellung der Presshöhe.

5

### Ausführung der Erfindung

- 10 In der Figur 1 ist das Verfahren wie es bei einem Produktionsablauf stattfindet schematisch dargestellt. Mit X ist das Soll-Maß der Crimphöhe H bezeichnet. Auf der Zeitachse Z ist dieses eine gerade Linie. Mit X1 ist das untere Toleranzmaß der Crimphöhe H und mit X2 das obere Toleranzmaß der Crimphöhe H bezeichnet. Die innerhalb dieser Toleranzmaße X1
- 15 beziehungsweise X2 hergestellten Crimpverbindungen sind qualitativ nicht zu beanstanden. Der Produktionsablauf ist in die Phasen 1 bis 6 unterteilt. In der Phase 1 nach Inbetriebnahme der Crimpvorrichtung ist die Vorrichtungstemperatur annähernd konstant. Die Ist-Werte der Crimphöhe H sind hier nicht näher eingezeichnet und bewegen sich in einem engen
- 20 Toleranzbereich um das Soll-Maß X. In der Phase 2 tritt eine erste Erwärmung und damit auch Ausdehnung des Vorrichtungskörpers statt, was zu einer Vergrößerung der Crimphöhe H führt. Die Ist-Werte I der einzelnen Crimpvorgänge tendieren auf dem Diagramm gesehen nach unten, das heißt zur einer höheren Crimphöhe H beziehungsweise einer niedrigeren Crimpkraft.
- 25 Wenn diese Ist-Werte I den vorgegebenen Korrekturwert Y erreichen, findet eine Neueinstellung der Crimphöhe H statt, in dem die Crimphöhe H verringert wird, das heißt, die einzelnen Crimpvorgänge wieder auf das Niveau des Soll-Maßes X gebracht werden. Der Korrekturmesswert Y stellt einen Mittelwert aus mehreren gemessenen Ist-Werten I dar. Dieser Korrekturmesswert Y beträgt
- 30 etwa die Hälfte eines Toleranzmaßes, wie hier das Toleranzmaß X2. Dieser

Vorgang für die Phase 2 kann sich mehrfach wiederholen und zwar solange bis die Crimpvorrichtung ihre Betriebstemperatur erreicht hat und eine Prozessstabilität gegeben ist, wie dieses bei der Phase 6 eingezeichnet ist. Die Erwärmung E der Crimpvorrichtung umfasst im vorliegenden Beispiel die

5 Phasen 2 bis 5. In der Phase 6 ist die Temperaturstabilität T eingetreten. Der gesamte Produktionsablauf P umfasst folglich die Phase 1 mit etwa konstanter Temperatur der Crimpvorrichtung, die Phasen 2 bis 5 den Bereich E in dem die Erwärmung der Crimpvorrichtung sich vollzieht und die Phase 6 bei der die Crimpvorrichtung ihre Betriebstemperatur T und damit ihre Prozessstabilität

10 erreicht hat.

In der Figur 2 ist die Einrichtung zur Presshöhereinstellung gezeigt, wie sie an einer Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zum Einsatz kommt. Die Einrichtung besteht im Wesentlichen aus dem Antriebspleuel 11, dem

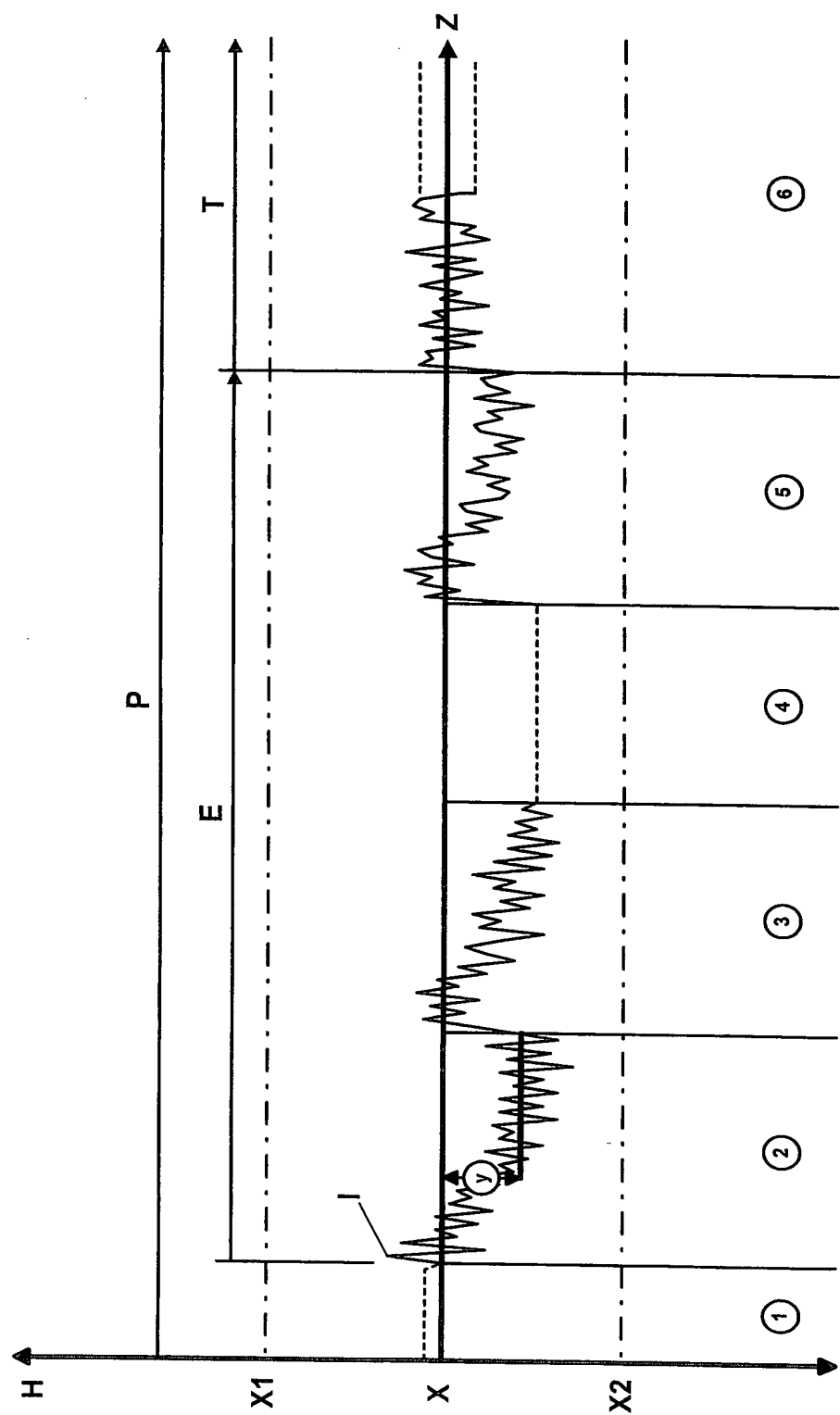
15 Gesenkteil 10, dem Verstellantrieb 14 und der vergleichenden Soll-/Ist-Regelung 15. Der Antriebspleuel 11 wird von dem Exzenter 30 angetrieben. Der Exzenter selbst erhält seinen Antrieb über die Welle 31. Das Gesenkteil 10 wird in der Führung 32 gehalten und ist in seiner Längsrichtung verschiebbar. Am Gesenkteil 10 ist die Werkzeugaufnahme 33 angebracht. Auf die Darstellung

20 des darunter liegenden zweiten Werkzeugteils wird verzichtet. Die Presshöhe H ist der Abstand zwischen diesen beiden Werkzeugteilen bei geöffnetem Werkzeug. In dem Antriebspleuel 11 ist die Bohrung 17 enthalten, in welcher das Verstellglied 12 eingesetzt ist. Das Verstellglied 12 stellt gleichzeitig die Verbindung zwischen dem Antriebspleuel 11 und dem Gesenkteil 10 dar. Im

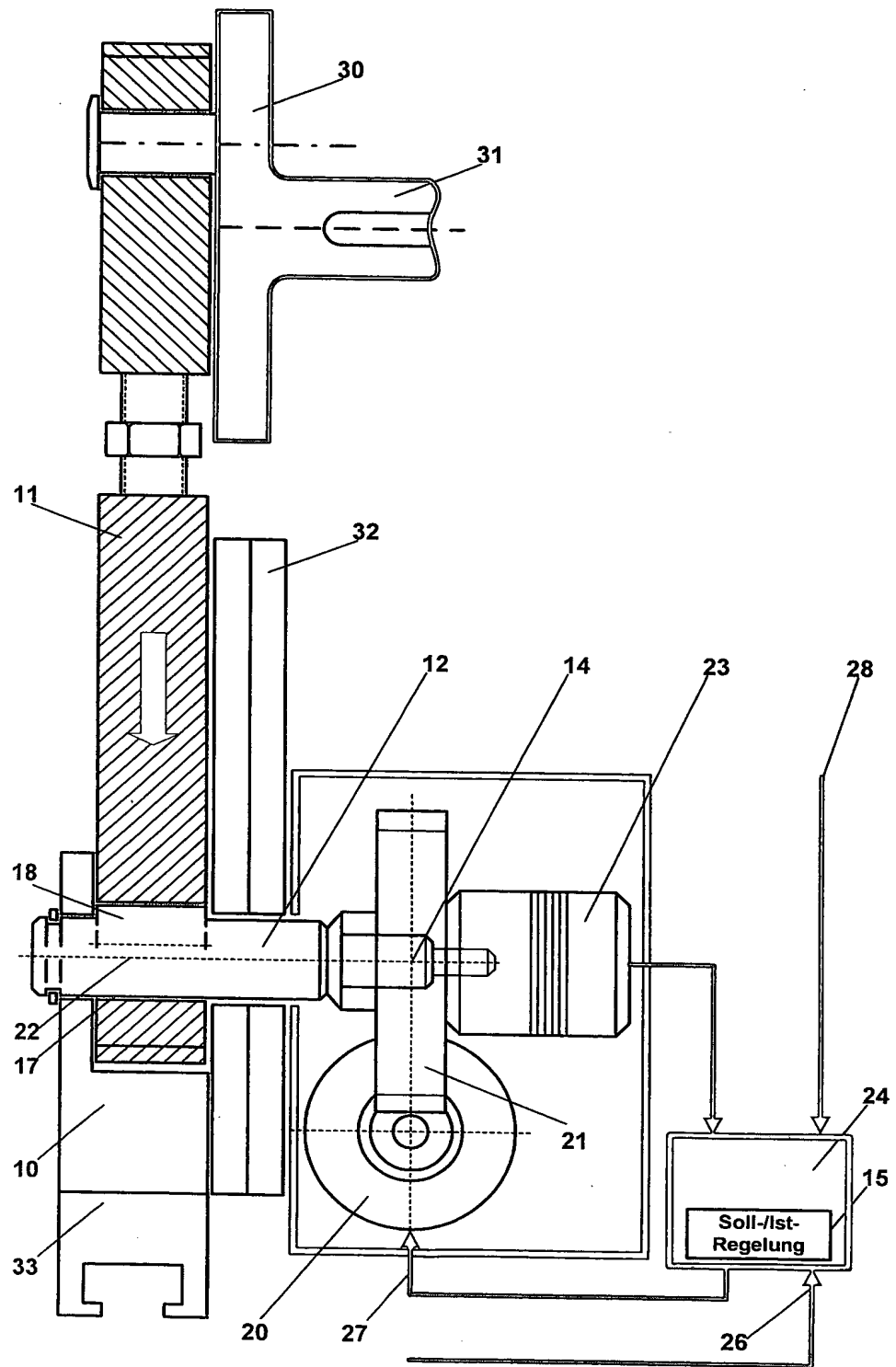
25 Bereich der Bohrung 17 des Antriebspleuels 11, ist das Verstellglied 12 als Exzenterbolzen 18 ausgebildet. Das Verstellglied 12 ist mit dem Verstellantrieb 14 verbunden, der von dem Schrittmotor 20 angetrieben ist. Dazwischen geschaltet ist das Getriebe 21. Außerdem ist die Drehachse 22 des Exzenterbolzens 18 mit einem Ist-Wertermittler 23 verbunden, welcher den

30 Positionswert des Exzenterbolzens 18 an den Komperator 24 übermittelt. In den

Komperator 24 ist der Soll-Wert  $X$  der Crimphöhe  $H$  vom Bedienpult aus über die Leitung 26 eingegeben. Der Komperator 24 vergleicht die Ist-Werte  $I$ , mit dem Soll-Wert  $X$  und gibt entsprechende Regelsignale über die Leitung 27 an den Schrittmotor 20. Gleichzeitig wird den Komperator 24 über die Leitung 28  
5 der Ist-Wert  $I$  von der Crimpkraftüberwachung eingegeben, so dass auch die Crimpkraft für die Regelung der Einrichtung herangezogen werden kann.



## Figur 1



Figur 2

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Qualitätssicherung von Crimpverbindungen an Crimpvorrichtungen **dadurch gekennzeichnet**, dass ausgehend von einem Soll-Maß (X) der Crimpkraft und/oder Crimphöhe (H) der Ist-Wert (I) der Crimpkraft und/oder Crimphöhe (H) ständig innerhalb von vorgegebenen oberen und/oder unteren Toleranzmaßen (X1, X2) der Crimpkraft und/oder Crimphöhe (H) gemessen wird und dass nach Erreichen eines Korrekturwertes (Y) durch die Ist-Werte (I) eine korrigierte Neueinstellung der Crimphöhe (H) erfolgt.  
5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Korrekturmesswert (Y) ein Mittelwert der gemessenen Ist-Werte (I) ist.  
10
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, gekennzeichnet dadurch, dass als Korrekturmesswert (Y) ein Korrekturmaß vorgegeben ist, welches etwa der Hälfte eines Toleranzmaßes (X1, X2) entspricht.  
15
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, mit einem über ein Antriebspleuel hin- und herversetzten beweglichen Gesenkteil und einem feststehenden Gesenkteil und mit einer Einrichtung zur Presshöhereinstellung dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebspleuel (11) mit einem daran in seiner Längsrichtung verschiebbaren Gesenkteil (10) und mit einem Verstellantrieb (14) zur Feineinstellung der Presshöhe (H) versehen ist, wobei der Verstellantrieb (14) über eine vergleichende Soll-/Ist-Regelung (15) gesteuert wird.  
20  
25
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Ist-Wert der Regelung (15) über einen am Verstellantrieb angebrachten Ist-Wertermittler abgegriffen ist.  
30

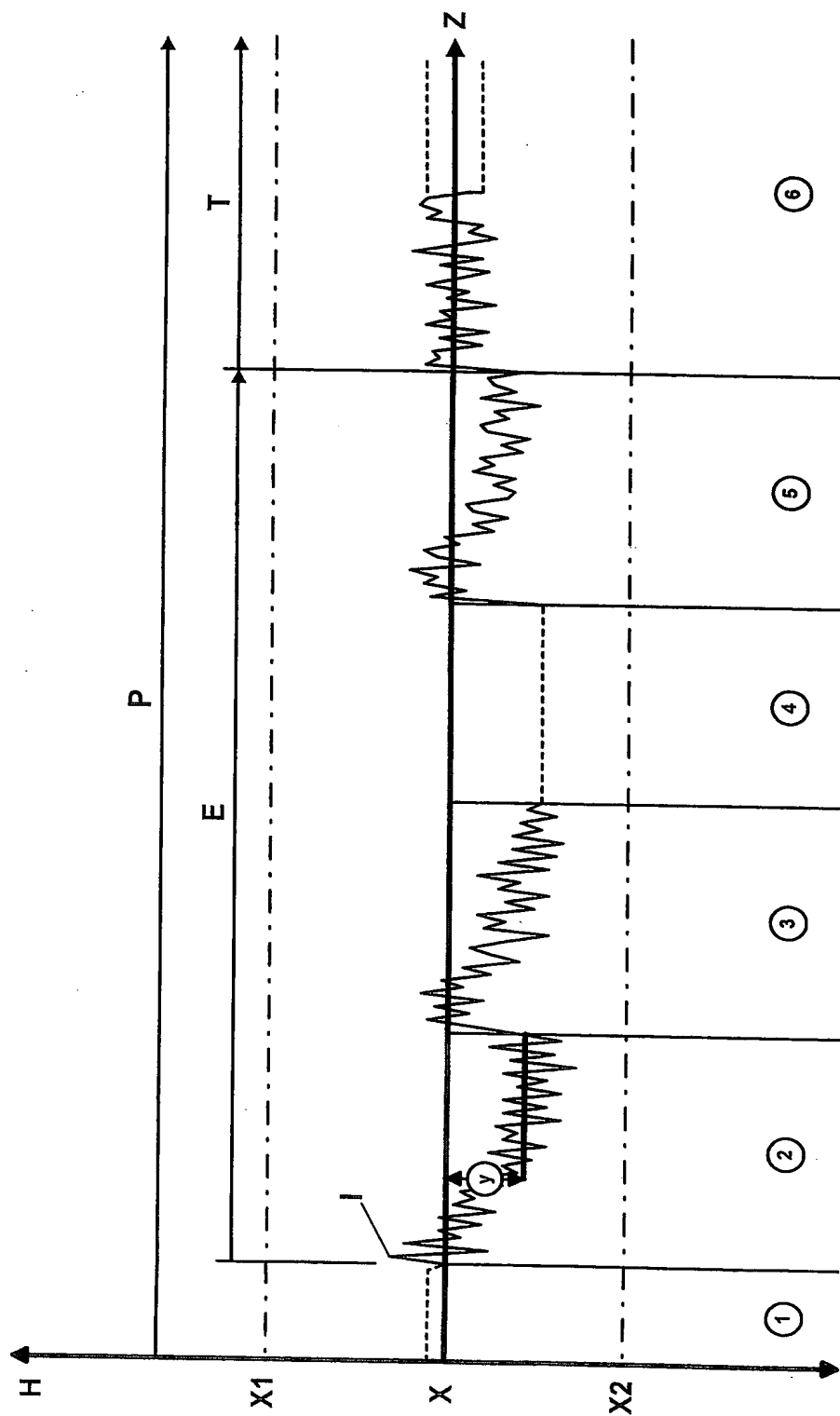
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Soll-Wert (X) an der Bedieneinheit der Vorrichtung eingestellt wird.
- 5 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Soll-Wert (X) der Regelung (15) von der Crimpkraftmessung vorgegeben ist.
- 10 8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Soll-Wert der Regelung (15) über den Kraftverlauf während des Crimpprozesses ermittelt wird.
- 15 9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass für die Soll-/Ist-Regelung (15) ein Komperator (24) vorgesehen ist, in dem der Soll-Wert (X) aus der Bedieneinheit oder dem Crimpkraftverlauf während des Crimpprozesses gespeichert ist.
- 20 10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Verstellantrieb (14) aus einem Schrittmotor (20) und einem Getriebe (21) besteht.
- 25 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Verstellglied (12) ein senkrecht zur Bewegungsrichtung (16) des Antriebspleuels (11) in eine darin befindliche Bohrung (17) eingesetzter Exzenterbolzen (18) ist.
- 30 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehachse (22) des Exzentrbolzens (18) mit dem Ist-Wertemittler (23) verbunden ist, welcher den Positionswert des Exzenterbolzens (18) an den Komperator (24) übermittelt.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstellgenauigkeit des Exzenterbolzens (18) 0,002 mm beträgt.

- 5 14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Ist-Wert (I) des Crimpkraftverlaufs während des gesamten Crimpprozesses gemessen und mit dem in einem Komperator (24) vorgegebenen Soll-Wert (X) des Crimpkraftverlaufs verglichen wird und dass bei Abweichungen zwischen dem Ist- und dem Soll-Wert eine
- 10 Korrektur des Crimpkraftverlaufs zum Soll-Wert (X) erfolgt, indem die Presshöhe (H) verändert wird.

## Zusammenfassung

Verfahren zur Qualitätssicherung von Crimpverbindungen an Crimpvorrichtungen wobei ausgehend von einem Soll-Maß (X) der Crimpkraft und/oder Crimphöhe (H) der ist Ist-Wert (I) der Crimpkraft und/oder Crimphöhe (H) ständig innerhalb von vorgegebenen oberen und/oder unteren Toleranzmaßen (X1, X2) der Crimpkraft und/oder Crimphöhe (H) gemessen wird und dass nach Erreichen eines Korrekturwertes (Y) durch die Ist-Werte (I) eine korrigierte Neueinstellung der Crimphöhe (H) erfolgt.



### Figur 1